

ПОД- СЕКЦИЯ 13. Техника в сельскохозяйственном производстве.

Кожушко А.П.

аспірант кафедри автомобіле- і тракторобудування,

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

м. Харків, Україна

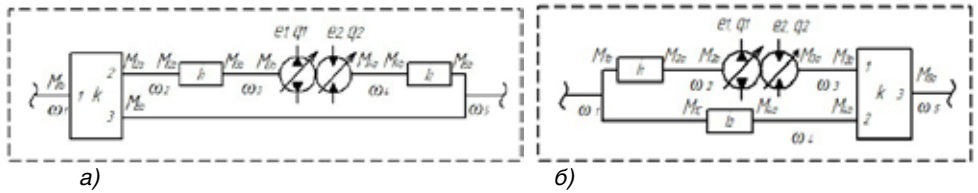
## **АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕОРЕТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПО СХЕМАМ «ДИФЕРЕНЦІАЛ НА ВХОДІ» ТА «ДИФЕРЕНЦІАЛ НА ВИХОДІ» В ПРОЦЕСІ РОЗГОНУ**

**Ключові слова:** колісний трактор, розгін, гідрооб'ємно-механічна трансмісія, схема, оранка.

На сьогоднішній день на світовому ринку тракторобудування великого застосування набули колісні трактори з гідрооб'ємно-механічною трансмісією (ГОМТ), що працюють по схемам «диференціал на вході» та «диференціал на виході».

Аналізуючи роботи [1–2] оберемо найкращі схеми ГОМТ, що працюють по схемам «диференціал на вході» та «диференціал на виході», з точки зору максимального коефіцієнта корисної дії (ККД) трансмісії для подальшого дослідження. На рис. 1 наводяться схеми гідрооб'ємно-механічних коробок передач (ГОМКП), які є невід'ємною частиною досліджуваних ГОМТ.

На основі робіт [3 – 5] моделюється процес розгону колісного трактору при виконанні технологічної операції «оранка» в системі програмної реалізації Matlab, за допомогою підсистеми моделювання динамічних процесів Simulink. Зокрема, матеріали з роботи [3] будуть використовуватись для складання математичної моделі двигуна внутрішнього згорання, яка буде враховувати завантаження двигуна внутрішнього згорання по крутному моменту, частоті обертання колінчастого валу, а також закон зміни коефіцієнту, котрий характеризує положення органу керування подачею палива. На основі робіт [4] буде моделюватись математична модель трансмісії, яка описуватиме



**Рисунок 1** – Структурна схема ГОМКП колісного трактора:

а – схема «диференціал на вході»; б – схема «диференціал на виході»

динамічні процеси в ГОМТ та враховуватиме закони зміни параметрів регулювання гідромашин гідрооб'ємної передачі (ГОП). В даній роботі також використовуватимуться доволі розповсюджені математичні моделі, що наведені в публікаціях [3; 5], які описують взаємодію коліс з опорною поверхнею. Для визначення показника годинної витрати палива двигуном внутрішнього згорання використовуватимуться матеріали з роботи [6].

Складена програмна реалізація дозволяє змодельовати розгін трактора з навісним обладнанням та без нього при різних кутах підйому земельної поверхні, змінювати параметри трансмісії, змінювати характеристики двигуна внутрішнього згорання, змінювати силу тяги на гаку і т.п. Також слід зазначити, що змінювати час процесу розгону, відповідно, швидкість руху та значення сили тяги на гаку, можна за допомогою параметрів регулювання гідромашин ГОП ( $e_1(t)$  та  $e_2(t)$ ), коефіцієнту  $\varepsilon_r(t)$ , котрий характеризує положення органу керування подачею палива та коефіцієнту  $h_p(t)$ , який характеризує процес заглиблення плуга в ґрунт, в процесі виконання технологічної операції «оранка».

Для розгляду процесу розгону колісного трактора з ГОМТ зі схемами ГОМКП (рис. 1) в системі Matlab були змодельовані, за допомогою блоку Signal Builder, закони зміни: коефіцієнту, котрий характеризує положення органу керування подачею палива, параметрів регулювання гідромашин ГОП, сили тяги на гаку.

Параметри  $e_1(t)$  та  $e_2(t)$ , які характеризують закони зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП, змінюються: для ГОМКП «диференціал на вході» в межах  $e_1 \in [0; -1]$  та  $e_2 \in [1; 0]$ ; для ГОМКП «диференціал на виході» в межах  $e_1 \in [-1; 1]$  та  $e_2 \in [1; 0]$ . При цьому параметр регулювання гідронасосу  $e_1(t)$  змінюється за період часу  $t_1 \in [0; 25]$  с., гідромотору  $e_2(t)$  – за період  $t_2 \in [25; 50]$  с.

**Таблиця 1**

Результати моделювання в процесі розгону колісного трактора з ГОМТ

$e_1(t)$ та $e_2(t)$	$\varepsilon_r(t)$ , с.	$h_p(t)$ , с.	$ dP $ , МПа	$\eta_{TP}$	$Q_n$ , кг/год
Схема ГОМКП «диференціал на вході»					
[0;25] та [25;50]	[0;1]	[0,5;1]	17,67	0,7942	33,874
	[0;25]	[0,5;1]	20,965	0,692	38,0
	[0;50]	[0,5;1]	21,93	0,643	39,6
Схема ГОМКП «диференціал на виході»					
[0;25] та [25;50]	[0;1]	[0,5;1]	13,96	0,8195	36,6
	[0;25]	[0,5;1]	25,64	0,7416	54,58
	[0;50]	[0,5;1]	45,45	0,6094	68,43

Закони зміни коефіцієнтів  $\varepsilon_r(t)$ , котрі характеризують положення органу керування подачею палива, будуть змінюватись в межах  $\varepsilon_r \in [0,46;1]$ . Зокрема, коефіцієнт  $\varepsilon_r(t)$  змінюється за період  $t_1 \in [0;1]$  с.; за період  $t_2 \in [0;25]$  с.; за період  $t_3 \in [0;50]$  с.

Зміна коефіцієнту  $h_p(t)$ , який характеризує процес заглиблення плуга в ґрунт та, відповідно, і закон зміни сили тяги на гаку. Коефіцієнт  $h_p(t)$  змінюються в межах  $h_p \in [0;1]$  за період  $t \in [0,5;1]$  с.

В зв'язку з тим, що трактор при виконанні технологічної операції «оранка» буде досягати швидкості 10 км/год, а максимальна глибина обробки ґрунту при цьому складатиме  $h_{\pi} = 0,25$  м, а отже максимальне значення сили тяги на гаку буде дорівнювати  $F_{kp} = 49,0$  кН.

В ході моделювання процесу розгону колісного трактора з ГОМТ зі схемами ГОМКП, наведеними на рис. 1, при законах зміни коефіцієнтів  $\varepsilon_r(t)$ , параметрів  $e_1(t)$  та  $e_2(t)$ , коефіцієнту  $h_p(t)$ , були отримані максимальні результати перепаду тиску в ГОП, ККД трансмісії та годинної витрати палива зведені в табл. 1.

В результаті моделювання процесу розгону колісного трактору з ГОМТ, що працюють по схемам «диференціал на вході» та «диференціал на виході» було з'ясовано, що при використанні законів зміни коефіцієнту  $\varepsilon_r(t)$ , котрий характеризує положення органу керування подачею палива, який:

– змінюється за період часу [0; 25] с. замість [0; 1] с. спостерігається збільшення в 1,36 – 1,94 рази перепаду робочого тиску в ГОП  $dP$ ; зменшення

на 8,06 – 9,52 % ККД трансмісії  $\eta_{TP}$ ; збільшення в 1,12 – 1,49 рази годинної витрати палива  $Q_n$ ;

– змінюється за період часу  $[0; 50]$  с. замість  $[0; 1]$  с., спостерігається збільшення в 1,62 – 3,55 рази перепаду робочого тиску в ГОП  $dP$ ; зменшення на 22,12 – 25,24 % ККД трансмісії  $\eta_{TP}$ ; збільшення в 1,38 – 2,04 рази годинної витрати палива  $Q_n$ .

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Самородов В.Б. Основные параметры гидрообъемно-механических трансмиссий, работающих по схеме “дифференциал на входе” / В.Б. Самородов, А.И. Бондаренко // Східно-Європейський журнал передових технологій. Серія: «Прикладна механіка». – 2012. – № 2/7 (56). – С. 25 – 35.
2. Самородов В.Б. Основные параметры гидрообъемно-механических трансмиссий, работающих по схеме “дифференциал на выходе” / В.Б. Самородов, А.И. Бондаренко // Східно-Європейський журнал передових технологій. Серія: «Прикладна механіка». – 2012. – № 3/7 (57). – С. 4 – 12.
3. Ребров А.Ю. Математическая модель дизельного двигателя в безразмерных величинах с учетом его загрузки и подачи топлива / А.Ю. Ребров, Т.А. Коробка, С.В. Лахман // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: «Транспортне машинобудування». – 2012. – № 19. – С. 31 – 36.
4. Самородов В.Б. Динаміка процесу розгону колісних тракторів серії Fendt 900 Vario / В.Б. Самородов, А.І. Бондаренко // Східно-Європейський журнал передових технологій. Серія: Прикладна механіка. – 2013. – № 1 (61). – С. 4 – 11.
5. Самородов В.Б. Развитие классических методов тягового расчета трактора с учетом основных технико-экономических показателей МТА / В.Б. Самородов, А.Ю. Ребров // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: «Автомобіле- та тракторобудування». – 2008. – № 58 – С. 11 – 20.
6. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка: по спец. «Механизация сел. хоз-ва». М.: Колос, 1984. – 351 с.